

#4

JC971 U.S. PTO
10/001785
12/05/01

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application: 2000年12月 5日

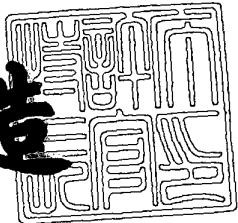
出 願 番 号
Application Number: 特願2000-370787

出 願 人
Applicant(s): 株式会社半導体エネルギー研究所

2001年 9月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3088758

【書類名】 特許願

【提出日】 平成12年12月 5日

【整理番号】 P005333

【あて先】 特許庁長官 殿

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 山崎 舜平

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 高野 圭恵

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 大力 浩二

【特許出願人】

【識別番号】 000153878

【氏名又は名称】 株式会社半導体エネルギー研究所

【代表者】 山崎 舜平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002543

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の作製方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁表面上に形成された非晶質半導体膜に結晶化を助長する触媒元素を添加する第 1 の工程と、
前記非晶質半導体膜を加熱処理して結晶化する第 2 の工程と、
を含む半導体装置の作製方法において、
前記第 2 の工程は処理室内が減圧下の雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2】

絶縁表面上に形成された非晶質半導体膜に結晶化を助長する触媒元素を添加する第 1 の工程と、
前記非晶質半導体膜を加熱処理して結晶化する第 2 の工程と、
第 2 の工程で得られた半導体膜にレーザー光を照射する第 3 の工程と、
を含む半導体装置の作製方法について、
前記第 2 の工程は処理室内が減圧下の雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3】

絶縁表面上に形成された非晶質半導体膜に結晶化を助長する触媒元素を添加する第 1 の工程と、
前記非晶質半導体膜を加熱処理して結晶化する第 2 の工程と、
を含む半導体装置の作製方法について、
前記第 2 の工程は処理室内の酸素濃度が 5 ppm 以下の雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 4】

絶縁表面上に形成された非晶質半導体膜に結晶化を助長する触媒元素を添加する第 1 の工程と、
前記非晶質半導体膜を加熱処理して結晶化する第 2 の工程と、

第 2 の工程で得られた半導体膜にレーザー光を照射して再結晶化する第 3 の工程と、

を含む半導体装置の作製方法について、

前記第 2 の工程は処理室内の酸素濃度が 5 ppm 以下の雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一つにおいて、前記第 2 の工程はパルス状の光を前記非晶質半導体膜に照射する工程を含む半導体装置の作製方法。

【請求項 6】

請求項 1、請求項 2 において、前記第 2 の工程は、処理室内の圧力が $26.7 \sim 1.33 \times 10^4$ Pa の雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 7】

請求項 1、請求項 2 において、前記第 2 の工程は、処理室内の酸素濃度が 5 ppm 以下の雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 8】

請求項 6、7 において、非晶質半導体膜を加熱処理して結晶化する工程はパルス状の光を前記非晶質半導体膜に照射する工程を含む半導体装置の作製方法。

【請求項 9】

絶縁表面上に形成された非晶質半導体膜に結晶化を助長する触媒元素を添加する第 1 の工程と、

光源をパルス状に制御して前記非晶質半導体膜に照射して結晶化する第 2 の工程と、

を含む半導体装置の作製方法において、

前記第 2 の工程は処理室内が減圧下の雰囲気であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 10】

絶縁表面上に形成された非晶質半導体膜に結晶化を助長する触媒元素を添加する第 1 の工程と、

光源をパルス状に制御して前記非晶質半導体膜に照射して結晶化する第 2 の工程

と、

第 2 の工程で得られた半導体膜にレーザー光を照射して再結晶化する第 3 の工程と、

を含む半導体装置の作製方法において、

前記第 2 の工程は処理室内が減圧下の雰囲気であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 1】

絶縁表面上に形成された非晶質半導体膜に結晶化を助長する触媒元素を添加する第 1 の工程と、

光源をパルス状に制御して前記非晶質半導体膜に照射して結晶化する第 2 の工程と、

を含む半導体装置の作製方法において、

前記第 2 の工程は酸素濃度が 5 ppm 以下の雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 2】

絶縁表面上に形成された非晶質半導体膜に結晶化を助長する触媒元素を添加する第 1 の工程と、

光源をパルス状に制御して前記非晶質半導体膜に照射して結晶化する第 2 の工程と、

第 2 の工程で得られた半導体膜にレーザー光を照射して再結晶化する第 3 の工程と、

を含む半導体装置の作製方法において、

前記第 2 の工程は処理室内の酸素濃度が 5 ppm 以下の雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 3】

請求項 9、請求項 1 0 において、前記第 2 の工程は、処理室内の圧力が $26.7 \sim 1.33 \times 10^4$ Pa の雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 4】

請求項 9、請求項 1 0 において、前記第 2 の工程は、処理室内の酸素濃度が 5 pp

■以下の雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 5】

請求項 9 乃至 1 4 のいずれか一つにおいて、結晶化に用いる光を複数回照射する工程を含む半導体装置の作製方法。

【請求項 1 6】

請求項 9 乃至 1 4 のいずれか一つにおいて、結晶化に用いる光源の一回当たりの発光時間は 1 ～ 6 0 秒である工程を含む半導体装置の作製方法。

【請求項 1 7】

請求項 9 乃至 1 4 のいずれか一つで、絶縁基板としてガラス基板を含む場合において、

非晶質半導体膜の結晶化のための加熱処理工程で、ガラス歪点を超える温度での前記ガラス基板の連続保持時間が 2 0 秒以下であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 8】

請求項 9 乃至 1 4 のいずれか一つにおいて、前記光源は、基板の上側から、基板の下側からもしくは基板の下側および上側から照射されることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 9】

請求項 9 乃至 1 4 のいずれか一つにおいて、前記光源は、赤外光、または紫外光を発する光源であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 0】

請求項 9 乃至 1 4 のいずれか一つにおいて、前記光源は、ハロゲン化金属ランプ、キセノンアークランプ、低圧水銀ランプを用いることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 1】

請求項 9 乃至 1 4 のいずれか一つにおいて、前記光源をパルス状に制御して半導体膜に照射し結晶化するときの処理室内の雰囲気は、還元性ガスであることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 2】

絶縁表面上に形成された非晶質半導体膜に結晶化を助長する触媒元素を添加する
第 1 の工程と、

前記非晶質半導体膜を加熱処理して結晶化する第 2 の工程と、

を含む半導体装置の作製方法において、

前記第 2 の工程は処理室内が 1.3×10^{-3} Pa 以下の真空雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 3】

絶縁表面上に形成された非晶質半導体膜に結晶化を助長する触媒元素を添加する
第 1 の工程と、

前記非晶質半導体膜を加熱処理して結晶化する第 2 の工程と、

第 2 の工程で得られた半導体膜にレーザー光を照射する第 3 の工程と、

を含む半導体装置の作製方法について、

前記第 2 の工程は処理室内が 1.3×10^{-3} Pa 以下の真空雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 4】

請求項 2 2、請求項 2 3 において、前記第 2 の工程はパルス状の光を前記非晶質半導体膜に照射する工程を含む半導体装置の作製方法。

【請求項 2 5】

絶縁表面上に形成された非晶質半導体膜に結晶化を助長する触媒元素を添加する
第 1 の工程と、

光源をパルス状に制御して前記非晶質半導体膜に照射して結晶化する第 2 の工程と、

を含む半導体装置の作製方法において、

前記第 2 の工程は処理室内が 1.3×10^{-3} Pa 以下の真空雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 6】

絶縁表面上に形成された非晶質半導体膜に結晶化を助長する触媒元素を添加する
第 1 の工程と、

光源をパルス状に制御して前記非晶質半導体膜に照射して結晶化する第 2 の工程

と、

第 2 の工程で得られた半導体膜にレーザー光を照射して再結晶化する第 3 の工程と、

を含む半導体装置の作製方法において、

前記第 2 の工程は処理室内が 1 3 . 3 Pa 以下の真空雰囲気であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 7】

請求項 2 5、請求項 2 6 において、結晶化に用いる光を複数回照射する工程を含む半導体装置の作製方法。

【請求項 2 8】

請求項 2 5、請求項 2 6 において、結晶化に用いる光源の一回当たりの発光時間は 1 ～ 6 0 秒である工程を含む半導体装置の作製方法。

【請求項 2 9】

請求項 2 5、請求項 2 6 において、絶縁基板としてガラス基板を含む場合において、

非晶質半導体膜の結晶化のための加熱処理工程で、ガラス歪点を超える温度での前記ガラス基板の連続保持時間が 2 0 秒以下であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3 0】

請求項 2 5、請求項 2 6 において、前記光源は、基板の上側から、基板の下側からもしくは基板の下側および上側から照射されることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3 1】

請求項 2 5、請求項 2 6 において、前記光源は、赤外光、または紫外光を発する光源であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3 2】

請求項 2 5、請求項 2 6 において、前記光源は、ハロゲン化金属ランプ、キセノンアークランプ、低圧水銀ランプを用いることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3 3】

絶縁表面上に非晶質半導体膜を形成し、結晶化を促進する触媒元素を塗布し触媒元素含有領域を形成する第 1 の工程と、

表面に前記触媒元素が塗布された非晶質半導体膜に、処理室内が減圧下の雰囲気で光源をパルス状に制御して照射し該非晶質半導体膜を結晶化して結晶質半導体膜を形成する第 2 の工程と、

前記結晶質半導体膜に周期表の 1 5 族に属する不純物元素を添加する第 3 の工程と、

前記不純物元素が添加された結晶質半導体膜に光源をパルス状に制御して照射し、前記触媒元素をゲッタリングする第 4 の工程と、
を含む半導体装置の作製方法。

【請求項 3 4】

請求項 3 3 において、前記第 2 の工程を処理室内の圧力が $2.67 \sim 1.33 \times 10^4$ Pa の雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3 5】

請求項 3 3 において、前記第 2 の工程を処理室内の酸素濃度が 5 ppm 以下の雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3 6】

請求項 3 3 において、前記第 4 の工程を処理室内の圧力が減圧下の雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3 7】

請求項 3 3 において、前記第 4 の工程を処理室内の圧力が $2.67 \sim 1.33 \times 10^4$ Pa であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3 8】

請求項 3 3 において、前記第 4 の工程を処理室内の酸素濃度が 5 ppm 以下の雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3 9】

請求項 3 3 において、前記第 4 の工程を処理室内の圧力が 13.3 Pa 以下の真空雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 4 0】

絶縁表面上に非晶質半導体膜を形成し、結晶化を促進する触媒元素を塗布し触媒元素含有領域を形成する第 1 の工程と、

表面に前記触媒元素が塗布された非晶質半導体膜に、処理室内の酸素濃度が 5 ppm以下の雰囲気中で光源をパルス状に制御して照射し、該非晶質半導体膜を結晶化して結晶質半導体膜を形成する第 2 の工程と、

前記結晶質半導体膜に周期表の 1 5 族に属する不純物元素を添加する第 3 の工程と、

前記不純物元素が添加された結晶質半導体膜に光源をパルス状に制御して照射し、前記触媒元素をゲッタリングさせる第 4 の工程と、を含む半導体装置の作製方法。

【請求項 4 1】

請求項 4 0 において、前記第 2 の工程は処理室内の圧力が減圧下の雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 4 2】

請求項 4 0 において、前記第 2 の工程は処理室内の圧力が $2.67 \sim 1.33 \times 10^{-4}$ Paであることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 4 3】

請求項 4 0 において、前記第 4 の工程を処理室内の圧力が減圧下の雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 4 4】

請求項 4 0 において、前記第 4 の工程を処理室内の圧力が $2.67 \sim 1.33 \times 10^{-4}$ Paであることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 4 5】

請求項 4 0 において、前記第 4 の工程を処理室内の酸素濃度が 5 ppm以下の雰囲気で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 4 6】

請求項 4 0 において、前記第 4 の工程を処理室内の圧力が 1.3 Paの真空下で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 4 7】

請求項 1 乃至 4、9 乃至 1 2、請求項 2 2、請求項 2 3、請求項 2 5、請求項 2 6、請求項 3 3、請求項 4 0 のいずれか一つにおいて、前記触媒元素は、Ni、Fe、Co、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Au から選ばれた一種または複数種であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 4 8】

請求項 5、請求項 9 乃至 1 2、請求項 2 4 乃至 2 6、請求項 3 3、請求項 4 0 のうちいずれか一つにおいて、前記光源の波長はシリコンの吸収しうる波長を含むことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は絶縁表面を有する基板上に形成された結晶質半導体膜を用いた薄膜トランジスタ（以下、TFT という）で形成された回路を有する半導体装置の作製方法に関する。特に本発明は、画素部とその周辺に設けられる駆動回路を同一基板上に設けた液晶表示装置および該液晶表示装置を表示部に用いた電気器具（電子機器ともいう）に関する。

【0 0 0 2】

【従来技術】

情報化社会の急速な発展に伴い、企業だけでなく個人にもパーソナルコンピュータ（PC）をはじめとする情報家電の普及が急速に進んできている。携帯用情報機器や PC のディスプレイの省スペース化といった面ではやくから有望視されているのが、液晶表示装置（液晶ディスプレイ）である。

【0 0 0 3】

また近年、電界効果移動度の問題から基板（例えば、ガラス基板、石英基板、ステンレス鋼基板等）上に設けられた絶縁表面上に形成された非晶質半導体膜（以下、アモルファスシリコン膜という）を結晶化させて、多結晶状態になった多結晶半導体膜（以下、ポリシリコン膜または結晶性シリコン膜という）を用いた薄膜トランジスタ（以下、TFT という）の開発が盛んになってきている。なかで

も、結晶化のための加熱処理を低温（600℃以下）で行って作成された多結晶シリコン膜は、低温ポリシリコン膜と称されている。

【0004】

低温ポリシリコン膜を作成する方法としては、主にレーザーアニール法やイオンドーピング法などが主に用いられている。良質な低温ポリシリコン膜を得る方法として、金属元素を結晶化を促進する触媒元素として用いる技術について、特開平7-18354号公報等で開示されている。金属元素としては、ニッケル（Ni）、パラジウム（Pd）、鉛（Pb）、スズ（Sn）などが用いられる。これらの触媒元素を溶液塗布法、スパッタ法、イオン注入法、蒸着法、プラズマ処理法などの方法により半導体（シリコン）膜に添加して、結晶化のための加熱処理を行う。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、非晶質シリコン膜中には水素が含まれ、その濃度は例えばプラズマCVD装置を用いて成膜した場合、一般的に約20%程度である。非晶質半導体膜中に含まれる水素は、結晶化が阻害し、その結果として結晶化に要する時間が長くなってしまふ。また水素-シリコン結合の多い非晶質シリコンでのシリコン原子の配置は、単結晶のシリコンの原子配置と著しく異なるため、結晶化の際に、結晶欠陥の多い半導体膜が形成されてしまふ。

【0006】

通常、400～500℃で加熱処理を行うことにより、この水素を膜中から取り除いているが、さらに、水素濃度を低くすることが望まれている。

【0007】

また、結晶化を促進する触媒元素を用いて結晶化を行う場合、触媒元素が水素と反応し、結晶化の効率が低下し、結晶化に要する時間が長くなるおそれがある。

【0008】

また、この触媒元素の中には酸素と反応し、酸化物を形成するものが多い。結晶化のための加熱処理を常圧の還元性雰囲気で行った場合でも、還元性雰囲気にもかかわらず雰囲気中に微量の酸素が含まれ、触媒元素と反応し、酸化物が形成さ

れる。この酸化物は後工程で絶縁膜等をエッチングする弗酸などでエッチングされてしまい、半導体膜中に孔を生じ、TFTを作製する際に不良の原因となる。

【 0 0 0 9 】

本発明では、減圧雰囲気で結晶化のための加熱処理を行うことにより、結晶化を促進し、結晶時間の短縮を行う。

【 0 0 1 0 】

本発明では、減圧雰囲気で結晶化のための加熱処理を行うことにより、膜中の水素を低減し、結晶性を向上させる。

【 0 0 1 1 】

また、本発明では、減圧雰囲気で加熱処理を行うことにより、雰囲気中の酸素濃度を低減し、結晶化を助長する触媒元素の酸化物形成を抑制する。

【 0 0 1 2 】

本発明では、真空下で結晶化のための加熱処理を行うことにより、結晶化を促進し、結晶時間の短縮を行う。

【 0 0 1 3 】

本発明では、真空下で結晶化のための加熱処理を行うことにより、膜中の水素を低減し、結晶性を向上させる。

【 0 0 1 4 】

また、本発明では、真空下で加熱処理を行うことにより、雰囲気中の酸素濃度を低減し、結晶化を助長する触媒元素の酸化物形成を抑制する。

【 0 0 1 5 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、非晶質半導体の結晶化を、真空ポンプにより排気を行って 2 6 . 7 Pa に保ち、酸素濃度が 2 ppm以下の雰囲気で行うことを特徴としている。

【 0 0 1 6 】

本発明では、非晶質半導体の結晶化を、酸素濃度が 5 ppm以下の雰囲気で行うことを特徴としている。

【 0 0 1 7 】

本発明では非晶質半導体の結晶化を、真空ポンプにより排気を行って真空下で行

うことを特徴としている。

【 0 0 1 8 】

半導体結晶膜を得る手段として電気炉での加熱処理を用いてもよいが、以下の点において P P T A (Plural Pulse Thermal Anneal) 装置での加熱処理が有効である。

【 0 0 1 9 】

P P T A (Plural Pulse Thermal Anneal) 装置では、光源をパルス状に発光させて照射することにより、瞬間的に半導体膜だけを加熱してその熱がガラス基板に伝わる前に加熱を止めることができる急速加熱、急冷が可能な加熱方法であるため、ガラス基板が熱によって変形したりダメージを受けることはない。さらに、パルス状に制御した光源の点灯による熱の伝達を温度センサーにより制御しており、この制御にあわせてガラス基板にガラス転移温度以上の熱が伝わらないような冷却手段を用いている。また、この加熱処理を繰り返すことにより、半導体膜の結晶化を促進する触媒元素が半導体中を拡散する温度を保持している間も、ガラス基板を歪ませることなく、比較的短時間で効率よく半導体膜の結晶化および触媒元素をゲッタリングするための半導体膜の加熱処理を行うことができる。

【 0 0 2 0 】

図 1 0 に P P T A (Plural Pulse Thermal Anneal) 装置の一例を示す。

図 1 0 の装置では、第 1 搬送室 7 5 0 の周りに第 1 熱処理室 7 5 1、第 2 熱処理室 7 5 2、第 3 熱処理室 7 5 3 がゲート 7 7 2 d ~ 7 7 2 f を介して接続されている。これらの熱処理室の構成は図 1 と同様である。冷媒はシリンダー 7 6 6 から流量制御手段 7 6 7 を介して各熱処理室に導入する構成となっている。処理室内を減圧にするための排気手段はターボ分子ポンプ 7 6 8 a ~ 7 6 8 c とドライポンプ 7 6 9 a ~ 7 6 9 c で構成されている。また、冷媒を循環させるためのサーキュレーター 7 7 1 a ~ 7 7 1 c と、冷媒を精製するための精製器 7 7 0 a ~ 7 7 0 c が備えられている。図示していないが、光源の点滅と冷媒の供給などはコンピュータにより制御するものとする。

【 0 0 2 1 】

第 2 の搬送室 7 5 4 には搬送手段 7 6 0 が備えられ、第 1 の処理室 7 5 0 や表面

処理室 7 5 5、冷却室 7 5 6 への被処理基板の搬送を行う。表面処理室 7 5 5 にはスピナー 7 6 4 が備えられている。また冷却室 7 5 6 には基板ステージ 7 6 5 が備えられている。ロード室 7 5 7 及びアンロード室 7 5 8 の構成では搬送手段 7 6 1 により被処理基板の移動を行う。

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】

(実施形態 1)

本実施形態では、T F T の半導体層（能動層）となる半導体膜の結晶化する工程について図 1 を用いて説明する。

【 0 0 2 3 】

まず、光を透過するガラス基板 1 0 の絶縁表面上に下地絶縁膜 1 1 を形成する。下地絶縁膜としては、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜または酸化窒化シリコン膜のいずれかの膜を用いればよく、またこれらの膜を積層してもよい。

【 0 0 2 4 】

次いで、下地絶縁膜 1 1 上に非晶質半導体膜 1 2 を形成する。本実施形態では、アモルファスシリコン膜を 5 5 nm 形成した。続いて、アモルファスシリコン膜 1 2 の表面に結晶化を促進する触媒元素として公知の方法でニッケル（N i）を塗布し、触媒元素含有層 1 3 を形成する。

【 0 0 2 5 】

この基板を処理室 1 4 に移動させ、次いでロータリーポンプ、メカニカルブースターポンプで真空引きを行い、高い純度（窒素中に含まれる CH_4 、 CO 、 CO_2 、 H_2 、 H_2O 及び O_2 の濃度が 1 ppb 以下である）の窒素を 1 ～ 5 l/min で流して圧力 2 6 . 7 Pa を保ち、この窒素雰囲気中で加熱処理を行う。

【 0 0 2 6 】

また、非晶質半導体膜 1 2 の結晶化を真空雰囲気で行う 0 . 1 Pa で加熱処理を行ってもよく、その場合はターボ分子ポンプなど高真空を実現できるポンプを使用する。

【 0 0 2 7 】

固体内の物質の濃度は気体中のその物質の分圧に比例する。よって、減圧雰囲気

で加熱処理することにより、雰囲気中の水素分圧が減少し、膜中の水素の脱離を促進する効果が期待される。非晶質半導体膜中に水素が多く含まれる場合、結晶化を阻害したり、結晶欠陥の多い半導体膜が形成されるため、できるだけ減少していることが望ましい。

【 0 0 2 8 】

膜中の水素を除去することにより結晶化を促進し、結晶化に要する時間を短縮できる。また、結晶化に要する活性化エネルギーが低下し、結晶成長温度を下げることができる。また、結晶欠陥を低減する効果も期待できる。

【 0 0 2 9 】

なお、本発明では結晶化を助長する触媒元素を用いているが、減圧雰囲気で加熱処理することにより結晶化が促進するため、結晶化に必要な触媒元素の添加濃度も下げることができる。この触媒元素は、後のゲッタリング工程で除去するが、添加濃度を下げれば、ゲッタリングの熱処理温度を低くでき、また時間の短縮も可能となる。

【 0 0 3 0 】

また、減圧雰囲気で加熱処理を行うことにより、雰囲気中の残留酸素濃度も低減させることができ、結晶化を促進する触媒元素の酸化物の形成を抑えることができる。触媒元素の酸化物は弗酸処理などでエッチングされる場合が多く、半導体膜中に孔を生じ、この半導体膜を用いてTFTなどの製品を作製する際に不良の原因となってしまう。触媒の酸化物形成を抑制することは歩留まり向上につながる。

【 0 0 3 1 】

加熱処理は基板の下側に 1 1 本および上側に 1 0 本設置されたハロゲンランプ（赤外光）1 5 を 1 ～ 6 0 秒（好ましくは 3 0 ～ 6 0 秒）、1 ～ 1 0 回（好ましくは、2 ～ 6 回）点灯させる。図 4 （A）は、加熱処理中の光源の強度、図 4 （B）の実線グラフは、シリコンウエハに埋め込まれた熱電対（図 3 の 5 0 8 b）で測定した基板近傍の温度、図 4 （B）の破線グラフは基板中央部裏側から処理室外側の放射温度計（図 3 の 5 0 8 a）で測定した温度である。このグラフから、ハロゲンランプが供給する熱（シリコンウエハに埋め込まれた熱電対で測定）は

700～1300℃であると考えられる。本実施形態では、光源としてハロゲンランプを用いているが、その他、キセノンランプのように、紫外光ランプを光源として用いるのも好ましい。

なお、本実施形態においては、窒素雰囲気としたが、ヘリウム（He）、ネオン（Ne）、アルゴン（Ar）といった不活性気体でもよい。

【0032】

次いで、PPTA装置を用いたゲッタリング処理について図1（D）、（E）および図2で説明する。ゲッタリング作用を有する周期表の15族に属する不純物元素（代表的にはリン）を結晶質シリコン膜16に添加するためにマスク絶縁膜17を形成し、リン（P）を添加して、ゲッタリング領域18を形成する。このゲッタリング領域18には、 $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ のリンが添加されている。

【0033】

触媒元素は半導体膜全面に塗布されており、後のチャネル形成領域となる領域にも $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ の触媒元素が残存している。基板の下面および上面からランプ光をパルス状にして照射（以下、パルス状にして照射されるランプ光のことをパルス光とする）し、ゲッタリング領域18に触媒元素をゲッタリングさせる。パルス光は、結晶化のための加熱処理と同様にハロゲンランプを用い、1220℃まで加熱して40秒間その温度を保持する。次いで、300～400℃まで冷却する。この処理を1回行っただけでもゲッタリングの効果を確認することができるが、さらに好ましくは2～20回の処理を行うとよい。この加熱処理により、半導体膜中の触媒元素を $1 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 以下に低減することができる。加熱処理中は、ガラス基板に熱が伝わらないようにするために反応室内に冷媒として窒素ガス2～10（sccm）を流入させている。なお、ゲッタリングのための加熱処理も、結晶化のための加熱処理と同様にロータリーポンプやメカニカルブースターポンプにより排気を行って雰囲気が大気圧以下の減圧雰囲気で行っても効果を確認することができる。

【0034】

上記した加熱処理は、半導体膜にランプ光をパルス状に照射して結晶化やゲッ

タリングといった処理を施しているが、加熱がパルス的に行われる（例えば、光源自体を動かしたり、基板自体を動かしたりして半導体膜にパルス光を照射するのと同じ効果にする）のであれば、光源（ランプ）をパルス状に制御する必要はない。

【 0 0 3 5 】

ここで、本発明で用いられる P P T A 装置の一例を図 3 を用いて簡単に説明する。枚葉式で処理室 5 0 0 は、石英で形成されている。処理室 5 0 0 のまわりは冷却するために水冷式の冷却装置 5 0 1 が設けられている。光源 5 0 2 としては、棒状のハロゲンランプが基板の下側および上側に設けられ、実施形態では両側の光源が用いられている。ただし、光源の使用は片側のみでもよく、使用者が適宜決定すればよい。光源 5 0 2 は、光源制御装置 5 0 3 により制御されパルス光（例えば、 $0.5\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ の波長を含む）として点灯する。

【 0 0 3 6 】

処理室 5 0 0 には、冷媒供給源 5 0 4 から冷媒として窒素ガスが供給される。なお、温度センサー 5 0 8 a、5 0 8 b によって測定された結果をもとに、制御手段 5 0 6 で冷媒の供給量を制御したり、光源の強度を制御したりする。処理室 5 0 0 に供給された冷媒は、排気口 5 0 9 からロータリーポンプ 5 1 5、メカニカルブースターポンプ 5 1 6 により排気され、真空雰囲気を形成することができる。

【 0 0 3 7 】

基板は、ローダ／アンローダ室 5 1 3 で基板ホルダーに設置され、搬送室 5 1 2 の搬送手段 5 1 1 により処理室 5 0 0 に搬送される。搬送室 5 1 2 と処理室 5 0 0 との間には仕切り弁 5 1 0 が設けられている。

【 0 0 3 8 】

（実施の形態 2）

実施の形態 1 に示した非晶質半導体の結晶化工程において、非晶質半導体膜の結晶化のための加熱処理を以下の雰囲気で行ってもよい。

【 0 0 3 9 】

非晶質半導体膜 1 2 の結晶化を 0.1Pa 以下の真空雰囲気で行う。この場合はタ

ーボ分子ポンプなど高真空を実現できるポンプを使用する。

【 0 0 4 0 】

【実施例】

（実施例 1）

本発明を用いて T F T 基板を作製する方法の一例について本実施形態で図 5 ～ 9 を用いて説明する。

まず本実施形態では、光を透過するアルミノホウケイ酸ガラスまたはバリウムホウケイ酸ガラスなどからなるガラス基板または、比重が 2.5 g/cm^3 以下、熱膨張係数が $35.0 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下のガラス基板を用いる。ガラス基板 1 0 0 上に、下地絶縁膜 1 0 1 を形成する。下地絶縁膜 1 0 1 は、C V D 装置で SiH_4 と N_2O を用い、酸化窒化シリコン（ SiNO ）膜 1 0 1 a を形成し、次いで、酸化窒化シリコン（ SiON ）膜 1 0 1 b を同じチャンバーにて形成する。 SiNO 膜と SiON 膜との積層の膜厚が $50 \sim 200 \text{ nm}$ の厚さになるように形成する。

【 0 0 4 1 】

次いで、非晶質半導体膜としてアモルファスシリコン膜 1 0 2 を形成する。次いで、アモルファスシリコン膜 1 0 2 上にマスク絶縁膜（図示せず）を形成する。マスク絶縁膜を介してアモルファスシリコン膜 1 0 2 に p 型を付与する不純物元素（以下、p 型不純物元素という）を添加する工程で用いられる。p 型不純物元素としては、代表的には 1 3 族に属する元素、典型的にはボロンまたはガリウムを用いることができる。この工程（チャネルドープ工程という）は T F T のしきい値電圧を制御するための工程である。なお、ここではジボラン（ B_2H_6 ）を質量分離しないでプラズマ励起したイオンドープ法でボロンを添加する。勿論、質量分離を行うイオンインプランテーション法を用いても良い。

【 0 0 4 2 】

次いで、アモルファスシリコン膜 1 0 2 の結晶化処理を行う。まず、アモルファスシリコン膜 1 0 2 の表面に重量換算で 10 ppm のニッケルを含む酢酸ニッケル塩溶液を塗布して、触媒元素含有層 1 0 3 を形成する。塗布方法は、スピナーによる塗布、またはスパッタ法等公知の方法でよい。続いて、ロータリーポンプ

、メカニカルブースターポンプで真空引きを行い、高い純度（窒素中に含まれる CH_4 、 CO 、 CO_2 、 H_2 、 H_2O 及び O_2 の濃度が 1 ppb 以下である）の窒素を 2 l/min で流して圧力 26.7 Pa を保ち、窒素雰囲気を作る。この窒素雰囲気中で、図 4 (B) の実線グラフで示すように、加熱のためにパルス光 104 により 1220℃ で 40 秒加熱したら 5 秒間パルス光を切る作業を 1 サイクルとし、これを 3 回繰り返す、4 パルス目は、60 秒の加熱を行った。なお、パルス光が最高強度を保持する時間は、1～5 秒程度である。本実施形態ではパルス光の照射を 4 回にしているが、2～10 回行ってよい。これにより結晶質シリコン膜 105 が形成される。なお、結晶化率をさらに高め、結晶粒内の欠陥を補修するために、結晶質シリコン膜 105 に対してレーザー照射を行ってもよい。

また、結晶化処理の前に、アモルファスシリコン膜中に含まれる水素量を減らすための熱処理を行ってもよい。

【0043】

続いて、結晶質シリコン膜 105 から結晶化処理に用いた触媒元素をゲッタリングするために、ゲッタリング作用を有する周期表の 15 族に属する不純物元素（代表的にはリン）を添加して、ゲッタリング領域 107 を形成する。マスク絶縁膜を形成し、結晶質シリコン膜が露出した領域にリンを添加する。ゲッタリング領域 107 には、リンだけでなくボロンが添加されていてもよい。この後、パルス光 106 を照射する。照射するパルス光は 100～200℃/秒の速度で 1220℃ まで加熱し、40 秒間保持し、冷却温度は、50～150℃/秒として、300～400℃ まで冷却するというパルス光が適している。また、ガラス基板がガラス転移温度以上にならないように、冷媒として窒素ガスを 2～10 (scm) 流入している。このようなパルス光を 1 回照射することで、触媒元素がゲッタリング領域 107 にゲッタリングされる。十分なゲッタリング効果を得るために、パルス光照射は 2～20 回行ってよい。また、半導体膜の結晶化および触媒元素のゲッタリングのための加熱処理の工程は、減圧雰囲気で行ってもよい。

【0044】

このようにして得られた良質の結晶質シリコン膜 105 を島状にパターニングして後の TFT の活性層となる半導体層 108～112 を形成する。次いで、島

状の半導体層 1 0 8 ~ 1 1 2 上に、ゲート絶縁膜 1 1 3 をプラズマ C V D 法にて厚さ 5 0 ~ 1 5 0 nm に形成する。次いで、ゲート電極を形成するための導電膜として、厚さ 2 0 ~ 1 0 0 nm の導電膜 (A) 1 1 4 および厚さ 1 0 0 ~ 4 0 0 nm の導電膜 (B) 1 1 5 を形成する。本実施形態では、導電膜 (A) を T a N、導電膜 (B) を W として形成したが、T a、W、T i、M o、A l、C u から選ばれた元素、またはこれらの元素を主成分とする合金材料もしくは化合物材料のいずれかで形成すればよい。

【 0 0 4 5 】

次いで、レジストからなるマスク 1 1 6 a ~ 1 1 6 g を形成し、導電膜 (A) 1 1 4 および導電膜 (B) 1 1 5 をエッチングして、導電膜 (A) および導電膜 (B) の積層からなるゲート電極 1 1 7 ~ 1 2 0 を形成する。エッチング方法に限定はないが、I C P (Inductively Coupled Plasma: 誘導結合型プラズマ) エッチング法を用いるとよい。エッチング用ガスには C F₄ と C l₂ とを用いる。同一の工程で、保持容量の上部電極となる容量配線 1 2 1、配線 1 2 2、1 2 3 が形成される。

【 0 0 4 6 】

ゲート電極 1 1 7 ~ 1 2 0、配線 1 2 1 ~ 1 2 3 が形成されたら、該ゲート電極をマスクとしてゲート絶縁膜 1 1 3 を介してイオンドープ法により半導体層 1 0 8 ~ 1 1 2 に n 型を付与する不純物元素 (以下、n 型不純物元素という) を添加する。この工程により、不純物濃度が $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ の n 型不純物領域 1 2 4 a ~ 1 2 4 e が形成される。

【 0 0 4 7 】

次いで、レジストからなるマスクをそのままに第 2 のエッチング処理を行い第 2 の形状のゲート電極および配線 1 2 5 ~ 1 3 1 を形成する。続いて、第 2 の形状のゲート電極および配線 1 2 5 ~ 1 3 1 をマスクにして、さらに n 型不純物元素の添加を行う。これにより、後にソース領域またはドレイン領域になる n 型不純物濃度が $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の n 型不純物領域 (n^+) と、該 n 型不純物領域 (n^+) よりチャネル形成領域側に後に低濃度不純物領域 (以下、L D D 領域という) となる n 型不純物元素濃度が $1 \times 10^{18} \sim 1 \times 10^{19} \text{ atoms/}$

cm^3 のn型不純物領域 (n^-) 1 3 2 a ~ 1 3 2 e が形成される。

【 0 0 4 8 】

そして、後のnチャネル型T F Tとなる領域にレジストからなるマスク 1 3 3、1 3 4 を形成し、p型不純物元素を添加して、p型不純物領域 1 3 5 a、1 3 5 b を形成する。なお、p型不純物領域 1 3 5 の不純物濃度は、先の工程において添加されているn型不純物濃度の最大値に対して1. 5 ~ 3 倍の $2 \times 10^{20} \sim 2 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ となるようにすればよい。

【 0 0 4 9 】

次いで、後の駆動回路のnチャネル型T F Tおよび第2のpチャネル型T F Tをレジストからなるマスク 1 3 6、1 3 7 で覆ってエッチング処理を行い、後の駆動回路の第1のpチャネル型T F T、画素T F Tおよび配線において、第3の形状のゲート電極と配線 1 3 8 ~ 1 4 2 を形成した。

【 0 0 5 0 】

次いで、半導体膜に添加された不純物元素の活性化のための加熱処理を行う。この加熱処理は、図3に示すP P T A装置を用いてパルス光を複数回照射して活性化を行う。パルス光は基板裏面側（本明細書において、T F Tが形成される面を基板表面とする）から照射する。この加熱処理により確実に不純物を活性化することができる。

【 0 0 5 1 】

活性化処理後、窒化シリコン膜または酸化窒化シリコン膜からなる第1の層間絶縁膜 1 4 3 をプラズマC V D法により形成する。そして、第1の層間絶縁膜 1 4 3 中から水素を放出させ、半導体膜の水素化を行うための加熱処理をする。この加熱処理は、3 5 0 ~ 4 5 0 °C（好ましくは、4 1 0 °C）でクリーンオープンで行えばよい。または、公知のプラズマ化されることによって生じた水素を含む雰囲気中での水素化処理を行ってもよい。

【 0 0 5 2 】

次いで、第2の層間絶縁膜 1 4 4 として、アクリルまたはポリイミドなどの有機絶縁材料を用いて平坦化を行う。そして、第1の層間絶縁膜 1 4 3 および第2の層間絶縁膜 1 4 4 に、後のT F Tの活性層となる半導体膜 1 0 8 ~ 1 1 2 にま

で達するコンタクトホールを形成し、そこに、厚さ100～200nmのTi膜、厚さ250～350nmの合金膜（AlとTiとの合金膜）、厚さ50～150nmのTi膜を積層して、所望の形状にパターニングし、接続配線145～152を形成して、それぞれのTFTを電氣的に接続する。

【0053】

また、画素部206においては、画素電極153を形成する。画素電極153は、画素TFTのドレイン領域124dおよび保持容量204の下部電極（不純物が半導体膜）135cと電氣的に接続される。

【0054】

nチャネル型TFT201は、活性層にチャネル形成領域161、ソース領域およびドレイン領域124a、LDD領域132aを有する。

【0055】

第1のpチャネル型TFT202は、活性層にチャネル形成領域162、ソース領域およびドレイン領域135を有する。

【0056】

第2のpチャネル型TFT203は、活性層にチャネル形成領域163、ソース領域およびドレイン領域135b、LDD領域135eを有する。なお、ゲート電極127がLDD領域135eと重なる領域を有している。

【0057】

画素TFT203は、活性層にチャネル形成領域164、ソース領域およびドレイン領域124d、LDD領域132dを有する。

【0058】

保持容量204は、下部電極（不純物元素が添加された半導体膜）112、誘電体（ゲート絶縁膜113から連続して形成された絶縁膜）および上部電極（ゲート電極を形成する導電膜（A）および導電膜（B）の積層からなる）129を有する。

【0059】

以上、nチャネル型TFT201およびpチャネル型TFT202からなるCMOS構造を含む駆動回路205と、画素TFT203および保持容量204を

含む画素部 2 0 6 からなるアクティブマトリクス基板が作製される。

【 0 0 6 0 】

本実施形態で開示するように本発明を用いると、P P T A 装置により加熱処理を短時間で行うことができ、スループットが向上し、効率よく信頼性の高い T F T を作製することができる。

【 0 0 6 1 】

(実施例 2)

実施例 1 に示した T F T 作製工程において、非晶質半導体膜の結晶化工程を以下のように行ってもよい。

【 0 0 6 2 】

まず、アモルファスシリコン膜 1 0 2 の表面に重量換算で 1 0 0 ppm のニッケルを含む酢酸ニッケル塩溶液を塗布して、触媒元素含有層 1 0 3 を形成する。塗布方法は、スピナーによる塗布、またはスパッタ法等公知の方法でよい。続いて、ロータリーポンプ、メカニカルブースターポンプで真空引きを行い、高い純度（窒素中に含まれる CH_4 、 CO 、 CO_2 、 H_2 、 H_2O 及び O_2 の濃度が 1 ppb 以下である）の窒素を 2 l/min で流して圧力 2 6 . 7 Pa を保ち、窒素雰囲気を作る。この窒素雰囲気中で、1 2 2 0 °C で 6 0 秒間 1 回のみ加熱した。なお、パルス光が最高強度を保持する時間は、1 ~ 5 秒程度である。これにより結晶質シリコン膜 1 0 5 が形成される。なお、結晶化率をさらに高め、結晶粒内の欠陥を補修するために、結晶質シリコン膜 1 0 5 に対してレーザー照射を行ってもよい。

また、結晶化処理の前に、アモルファスシリコン膜中に含まれる水素量を減らすための熱処理を行ってもよい。

【 0 0 6 3 】

(実施例 3)

本願発明を実施して形成された C M O S 回路や画素部はアクティブマトリクス型液晶ディスプレイ（液晶表示装置）に用いることができる。即ち、それら液晶表示装置を表示部に組み込んだ電気器具全てに本発明を実施できる。

【 0 0 6 4 】

その様な電気器具としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、プロジェクター

(リア型またはフロント型)、ヘッドマウントディスプレイ(ゴーグル型ディスプレイ)、パーソナルコンピュータ、携帯情報端末(モバイルコンピュータ、携帯電話または電子書籍等)などが挙げられる。それらの一例を図11、図12及び図13に示す。

【0065】

図11(A)はパーソナルコンピュータであり、本体2001、画像入力部2002、表示部2003、キーボード2004等を含む。

【0066】

図11(B)はビデオカメラであり、本体2101、表示部2102、音声入力部2103、操作スイッチ2104、バッテリー2105、受像部2106等を含む。

【0067】

図11(C)はモバイルコンピュータ(モービルコンピュータ)であり、本体2201、カメラ部2202、受像部2203、操作スイッチ2204、表示部2205等を含む。

【0068】

図11(D)はゴーグル型ディスプレイであり、本体2301、表示部2302、アーム部2303等を含む。

【0069】

図11(E)はプログラムを記録した記録媒体(以下、記録媒体と呼ぶ)を用いるプレーヤーであり、本体2401、表示部2402、スピーカ部2403、記録媒体2404、操作スイッチ2405等を含む。なお、このプレーヤーは記録媒体としてDVD(Digital Versatile Disc)、CD等を用い、音楽鑑賞や映画鑑賞やゲームやインターネットを行うことができる。

【0070】

図11(F)はデジタルカメラであり、本体2501、表示部2502、接眼部2503、操作スイッチ2504、受像部(図示しない)等を含む。

【0071】

図12(A)はフロント型プロジェクターであり、投射装置2601、スクリ

ーン 2 6 0 2 等を含む。

【 0 0 7 2 】

図 1 2 (B) はリア型プロジェクターであり、本体 2 7 0 1、投射装置 2 7 0 2、ミラー 2 7 0 3、スクリーン 2 7 0 4 等を含む。

【 0 0 7 3 】

なお、図 1 2 (C) は、図 1 2 (A) 及び図 1 2 (B) 中における投射装置 2 6 0 1、2 7 0 2 の構造の一例を示した図である。投射装置 2 6 0 1、2 7 0 2 は、光源光学系 2 8 0 1、ミラー 2 8 0 2、2 8 0 4 ~ 2 8 0 6、ダイクロイックミラー 2 8 0 3、プリズム 2 8 0 7、液晶表示装置 2 8 0 8、位相差板 2 8 0 9、投射光学系 2 8 1 0 で構成される。投射光学系 2 8 1 0 は、投射レンズを含む光学系で構成される。本実施例は三板式の例を示したが、特に限定されず、例えば単板式であってもよい。また、図 1 2 (C) 中において矢印で示した光路に実施者が適宜、光学レンズや、偏光機能を有するフィルムや、位相差を調節するためのフィルム、I R フィルム等の光学系を設けてもよい。

【 0 0 7 4 】

また、図 1 2 (D) は、図 1 2 (C) 中における光源光学系 2 8 0 1 の構造の一例を示した図である。本実施例では、光源光学系 2 8 0 1 は、リフレクター 2 8 1 1、光源 2 8 1 2、レンズアレイ 2 8 1 3、2 8 1 4、偏光変換素子 2 8 1 5、集光レンズ 2 8 1 6 で構成される。なお、図 1 2 (D) に示した光源光学系は一例であって特に限定されない。例えば、光源光学系に実施者が適宜、光学レンズや、偏光機能を有するフィルムや、位相差を調節するフィルム、I R フィルム等の光学系を設けてもよい。

【 0 0 7 5 】

ただし、図 1 2 に示したプロジェクターにおいては、透過型の電気光学装置を用いた場合を示しており、反射型の液晶表示装置の適用例は図示していない。

【 0 0 7 6 】

図 1 3 (A) は携帯電話であり、3 0 0 1 は表示用パネル、3 0 0 2 は操作用パネルである。表示用パネル 3 0 0 1 と操作用パネル 3 0 0 2 とは接続部 3 0 0 3 において接続されている。接続部 3 0 0 3 における、表示用パネル 3 0 0 1 の

表示部 3 0 0 4 が設けられている面と操作パネル 3 0 0 2 の操作キー 3 0 0 6 が設けられている面との角度 θ は、任意に変えることができる。

さらに、音声出力部 3 0 0 5、操作キー 3 0 0 6、電源スイッチ 3 0 0 7、音声入力部 3 0 0 8 を有している。

【 0 0 7 7 】

図 1 3 (B) は携帯書籍（電子書籍）であり、本体 3 0 0 1、表示部 3 0 0 2、3 0 0 3、記憶媒体 3 0 0 4、操作スイッチ 3 0 0 5、アンテナ 3 0 0 6 等を含む。

【 0 0 7 8 】

図 1 3 (C) はディスプレイであり、本体 3 1 0 1、支持台 3 1 0 2、表示部 3 1 0 3 等を含む。本発明のディスプレイは特に大画面化した場合において有利であり、対角 1 0 インチ以上（特に 3 0 インチ以上）のディスプレイには有利である。

【 0 0 7 9 】

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電気器具に適用することが可能である。また、本実施例の電気器具は実施例 1 ～ 2 のどのような組み合わせからなる構成を用いても実現することができる。

【 0 0 8 0 】

【発明の効果】

本発明を適応することで、すぐれた半導体結晶膜を得ることができ、信頼性の高い半導体装置を得ることができる。また、この半導体装置を画素部と駆動回路が同一基板上に設けられた半導体装置に適応すると、精細な画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明で開示する加熱処理を説明する図。

【図 2】 本発明で開示する加熱処理を説明する図。

【図 3】 本発明で用いる P P T A 装置の一例を示す図。

【図 4】 光源の強度変化および半導体膜および基板の温度測定結果を示す図。

【図 5】 T F T の作製工程を示す図。

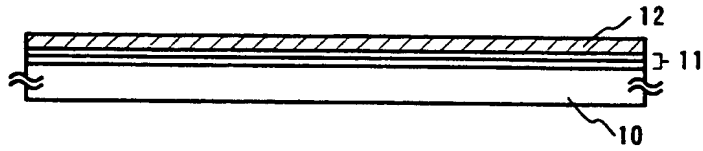
- 【図 6】 T F T の作製工程を示す図。
- 【図 7】 T F T の作製工程を示す図。
- 【図 8】 T F T の作製工程を示す図。
- 【図 9】 本発明を用いて作製されたアクティブマトリクス基板を示す図。
- 【図 1 0】 本発明で用いる P P T A 装置の一例を示す図。
- 【図 1 1】 電気器具の一例を示す図。
- 【図 1 2】 電気器具の一例を示す図。
- 【図 1 3】 電気器具の一例を示す図。

特 2 0 0 0 - 3 7 0 7 8 7

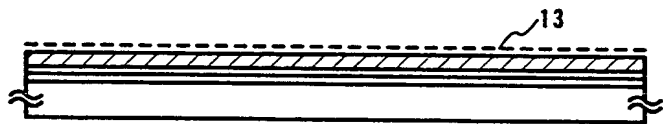
【書類名】 図面

【図 1】

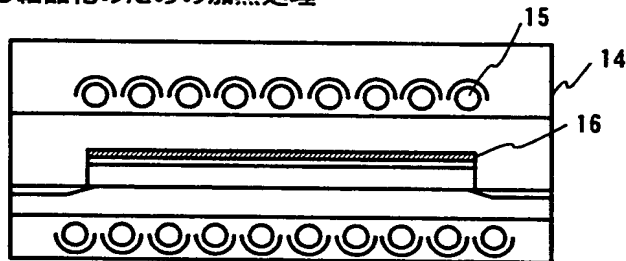
(A) 下地絶縁膜の形成／アモルファスシリコン膜の形成



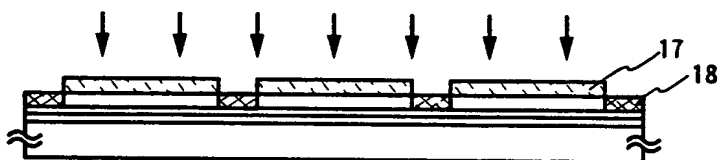
(B) 触媒元素添加工程



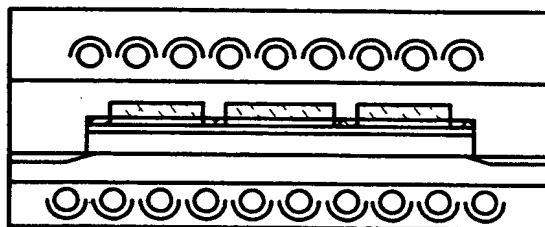
(C) PPTA(Plural Pulse Thermal Anneal)法による結晶化のための加熱処理



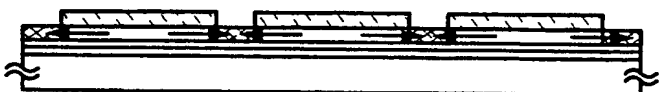
(D) マスク絶縁膜の形成／リン添加工程



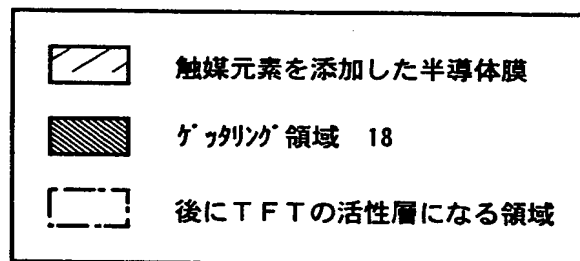
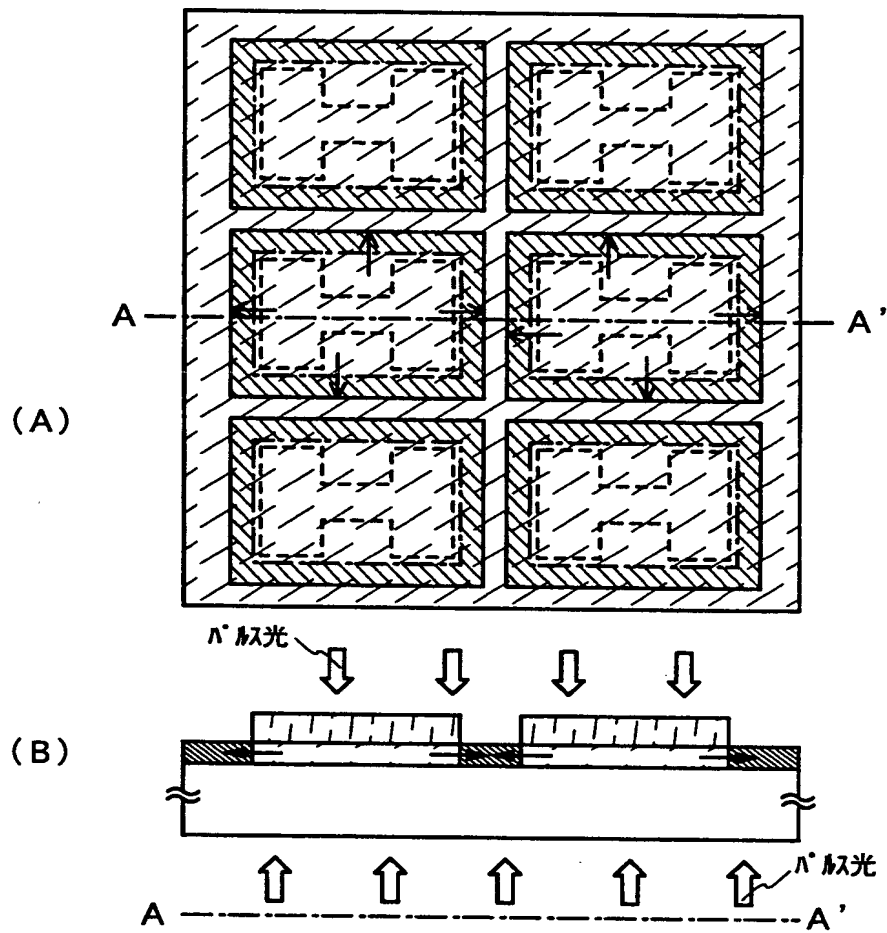
(E) PPTA法による加熱処理（ゲッタリング）



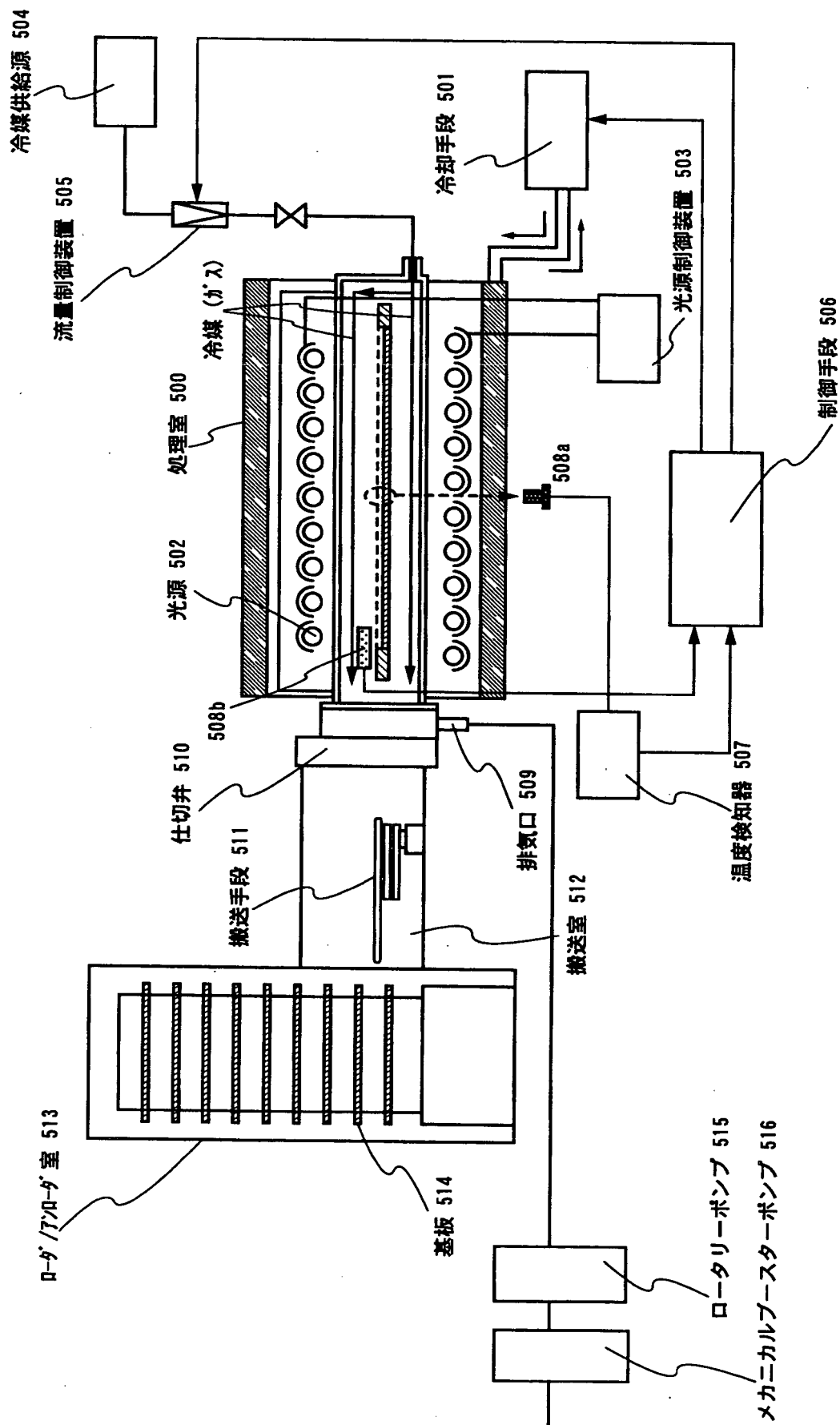
(E')



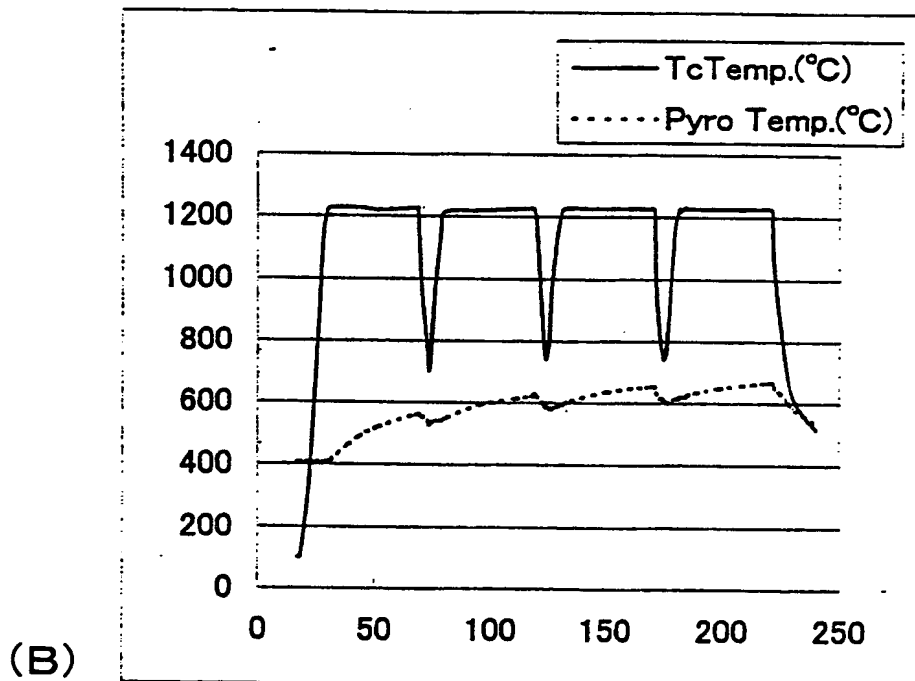
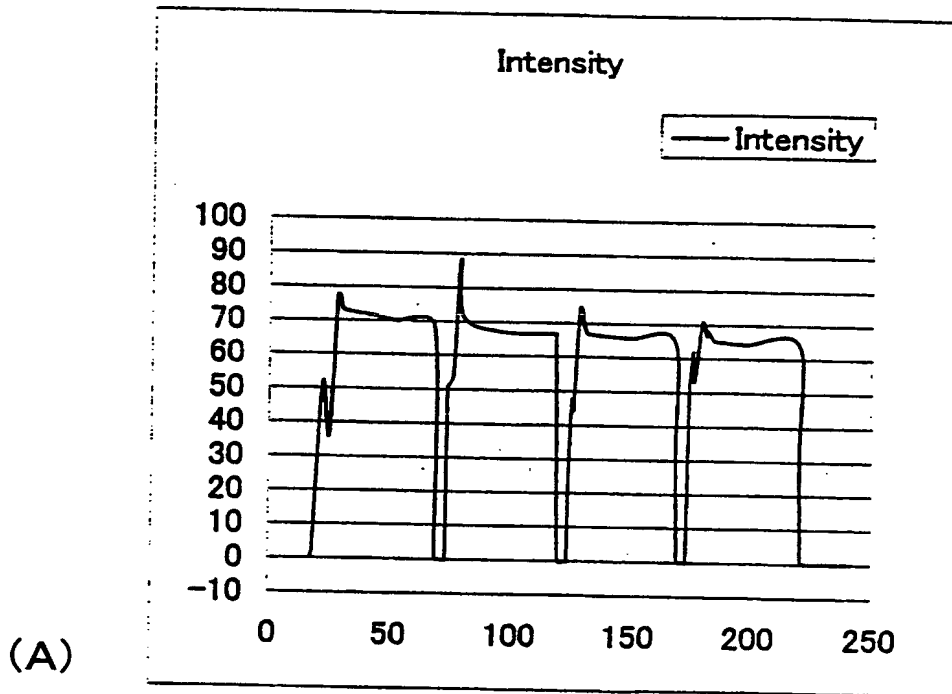
【図 2】



【図 3】



【図 4】

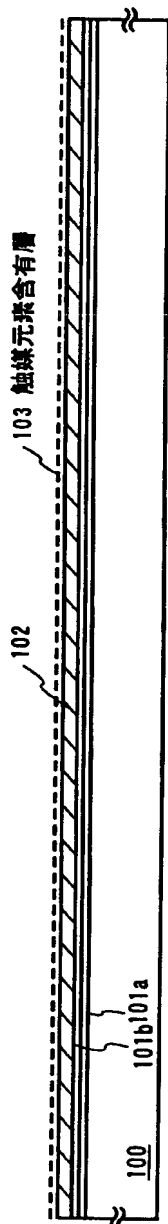


(A) 光源の強度測定結果

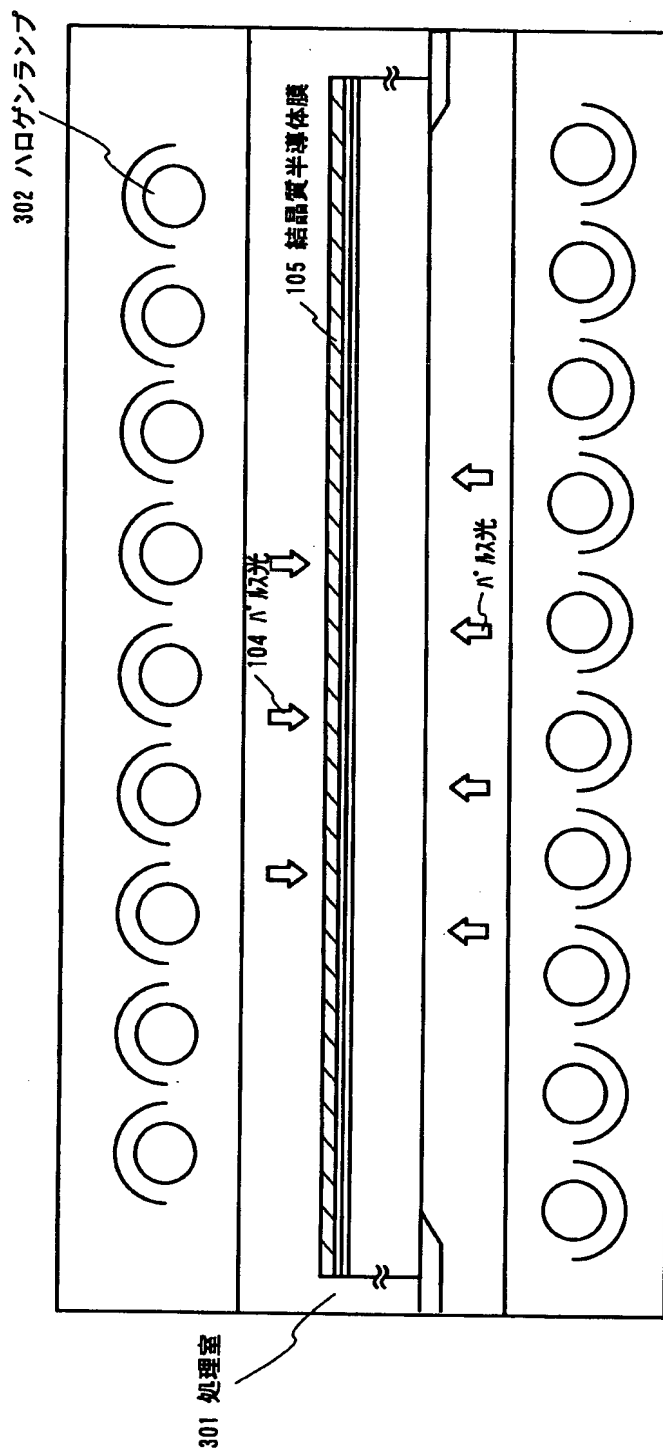
(B) PPTA装置の熱電対、放射温度計による測定結果

【図 5】

(A) 下地膜の形成／非晶質半導体膜の形成／触媒元素添加

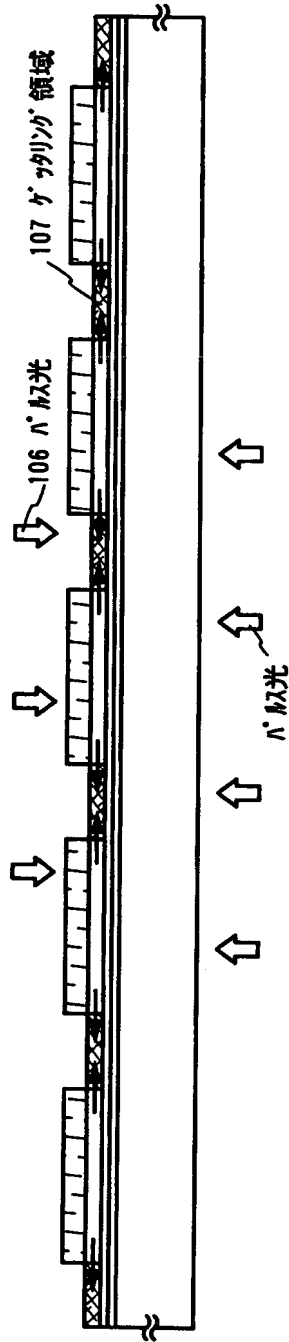


(B) 結晶質半導体膜の形成 (PPTA装置による結晶化)

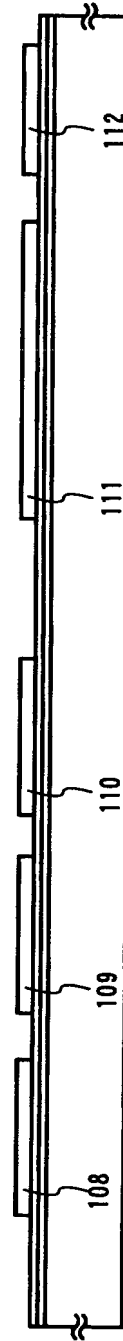


【図 6】

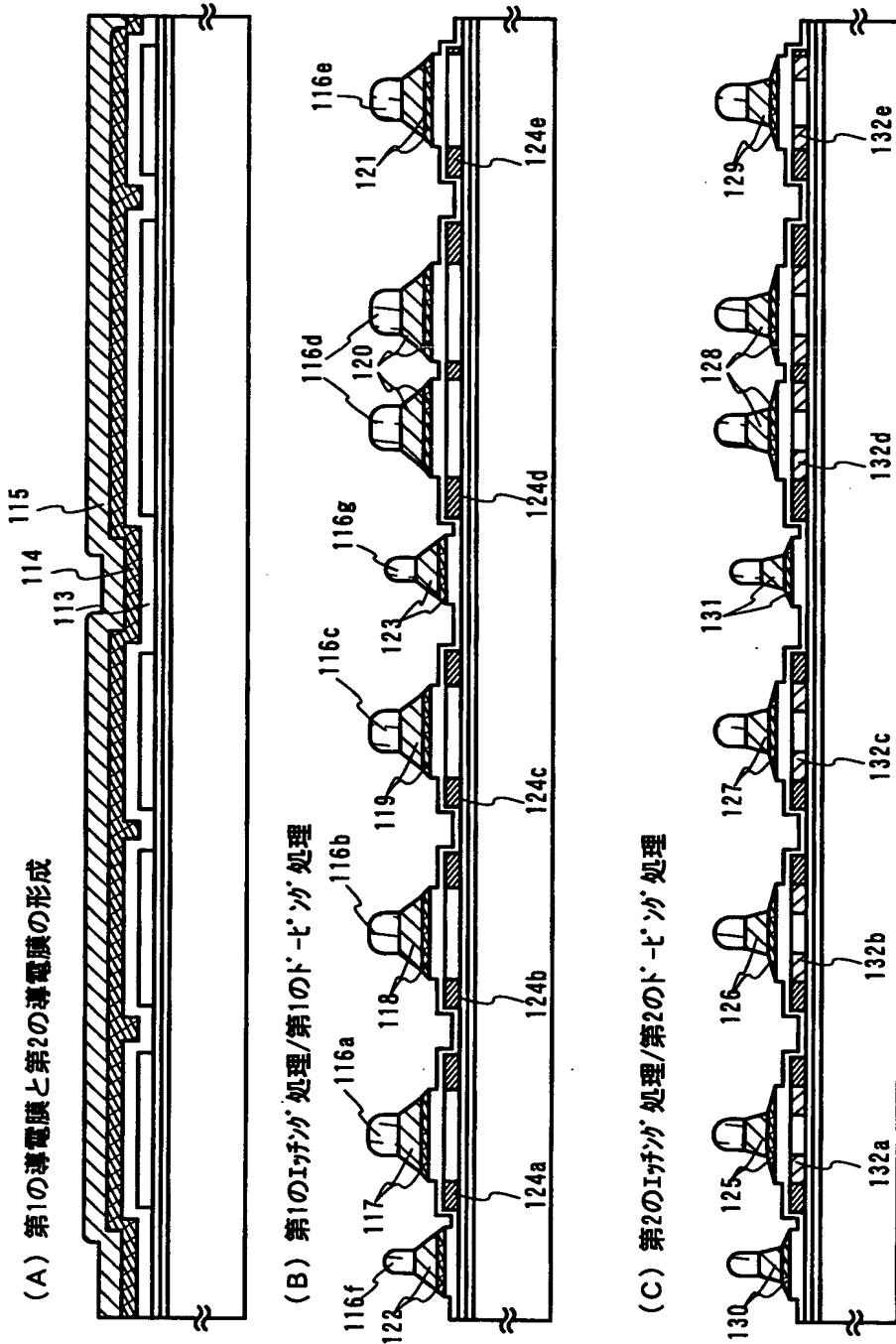
(A) リン添加工程／ゲッタリング工程



(B) 島状の半導体層の形成

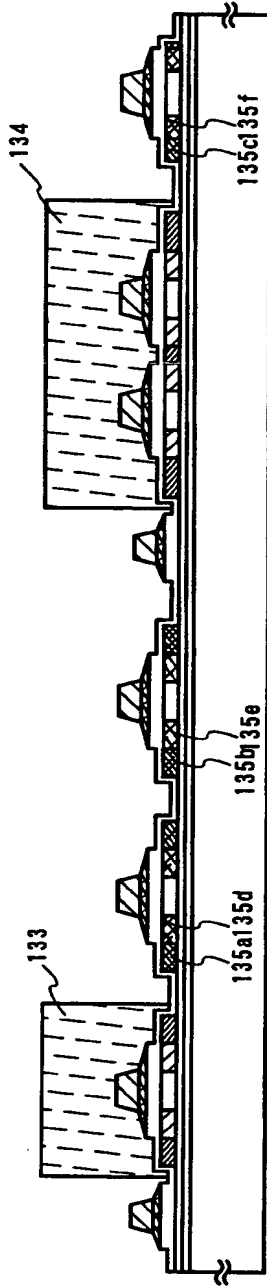


【図7】

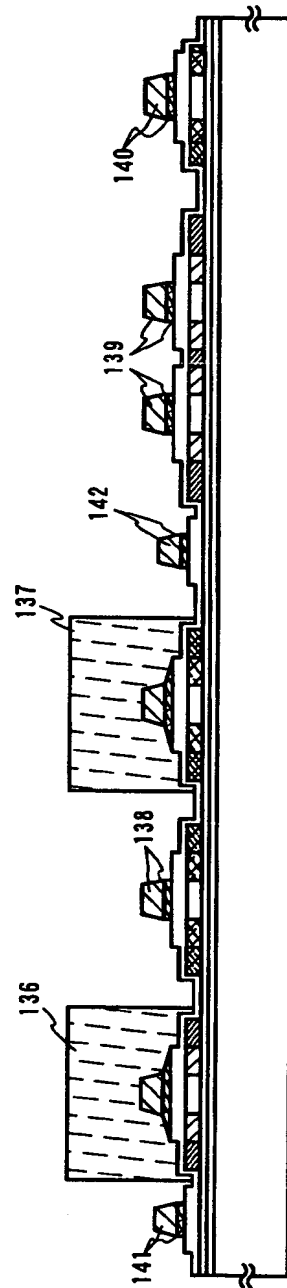


【図8】

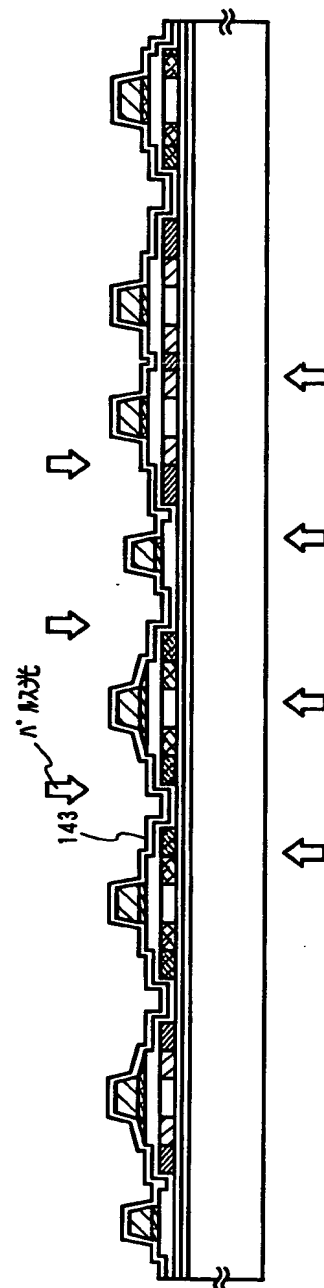
(A) 第3のドレージ工程



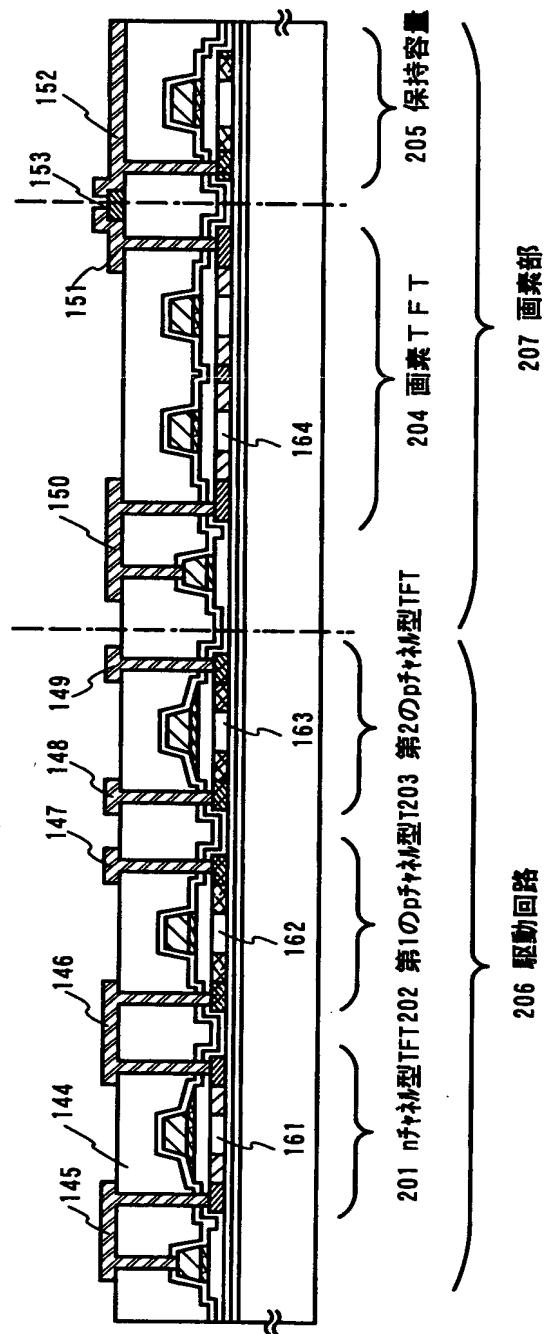
(B) 第3のイッチング処理



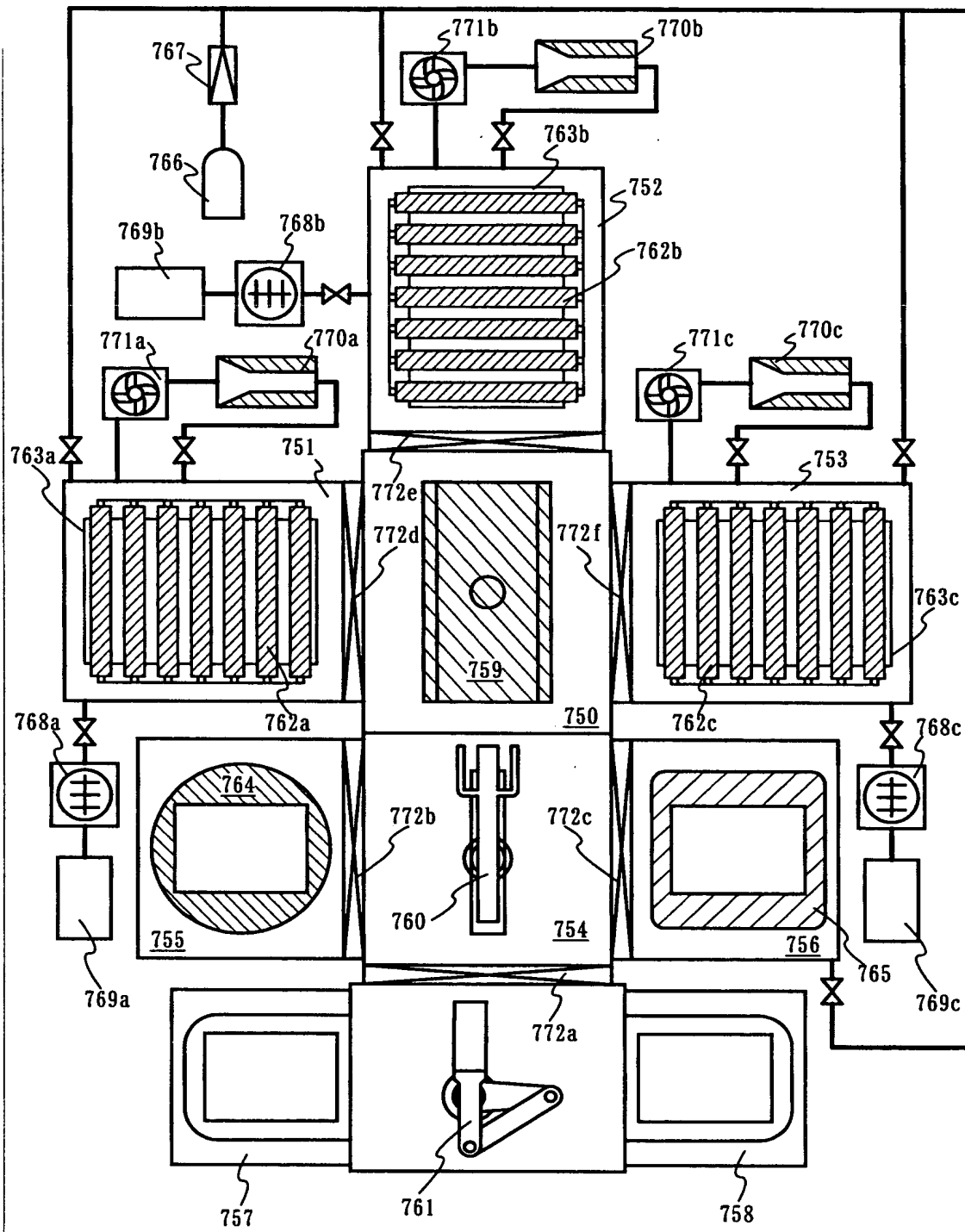
(C) 不純物元素の活性化のための加熱処理／第1の層間絶縁膜形成



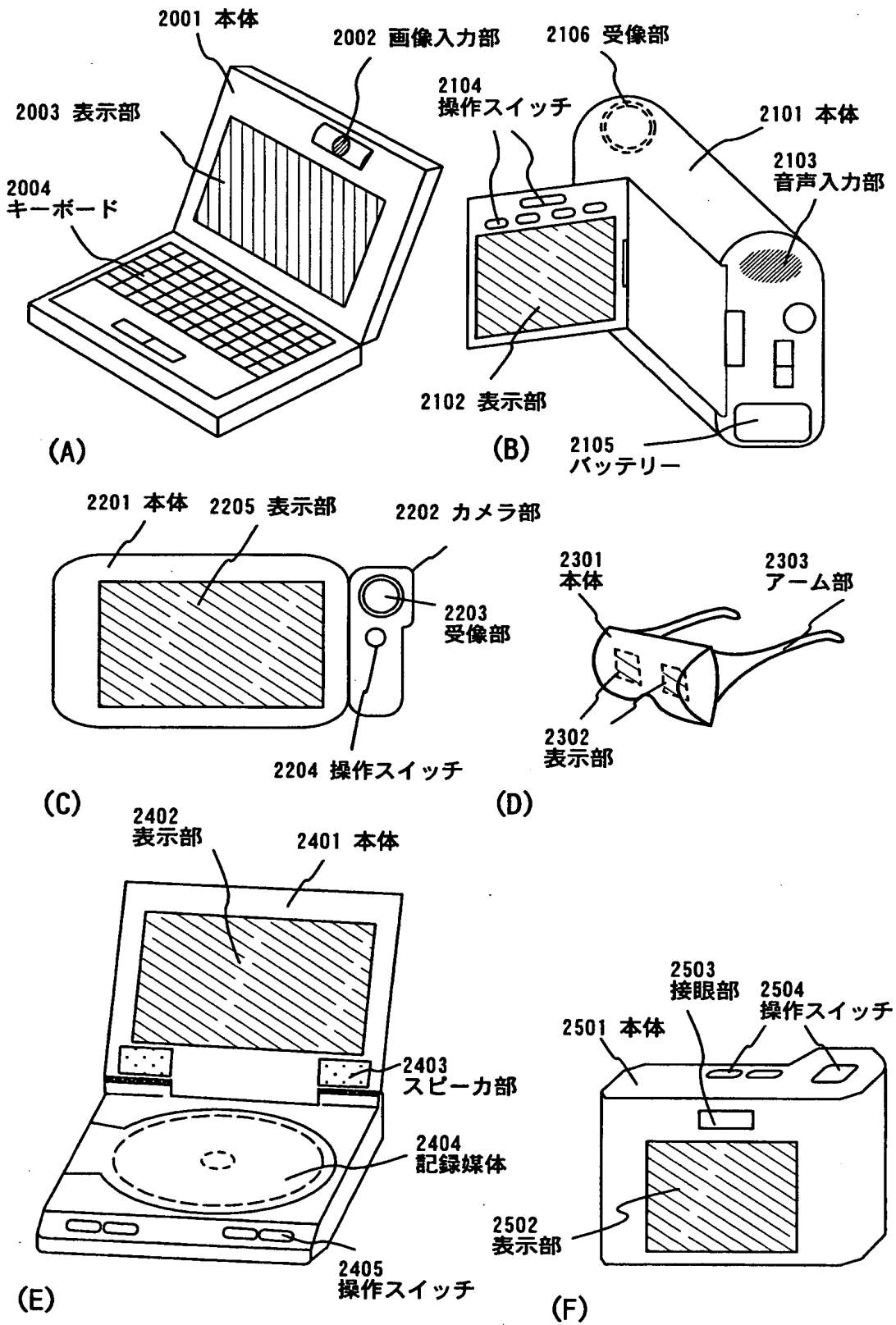
【図9】



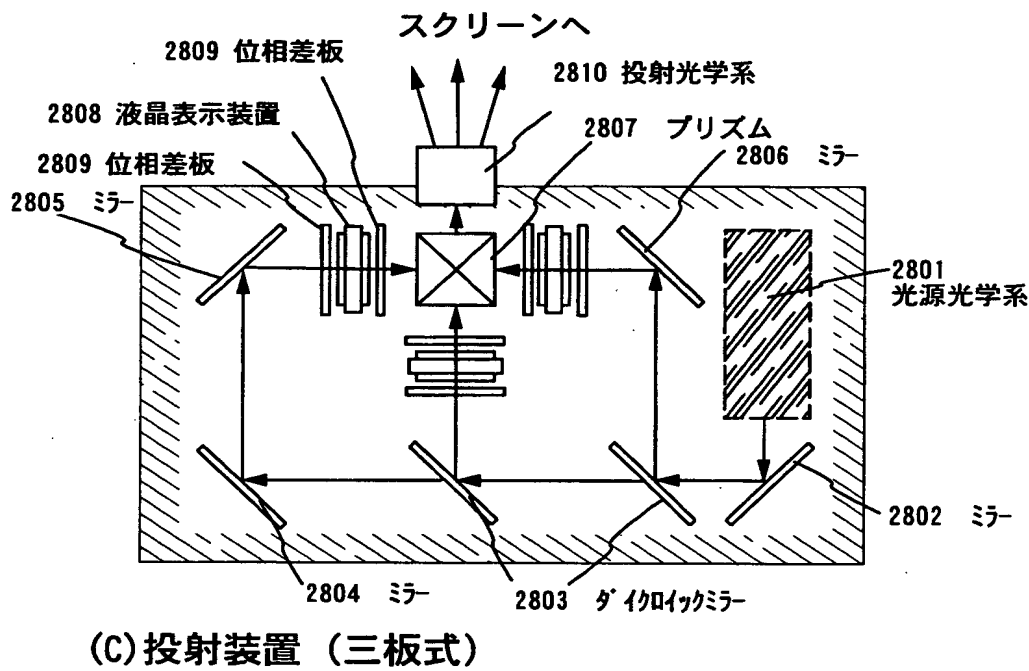
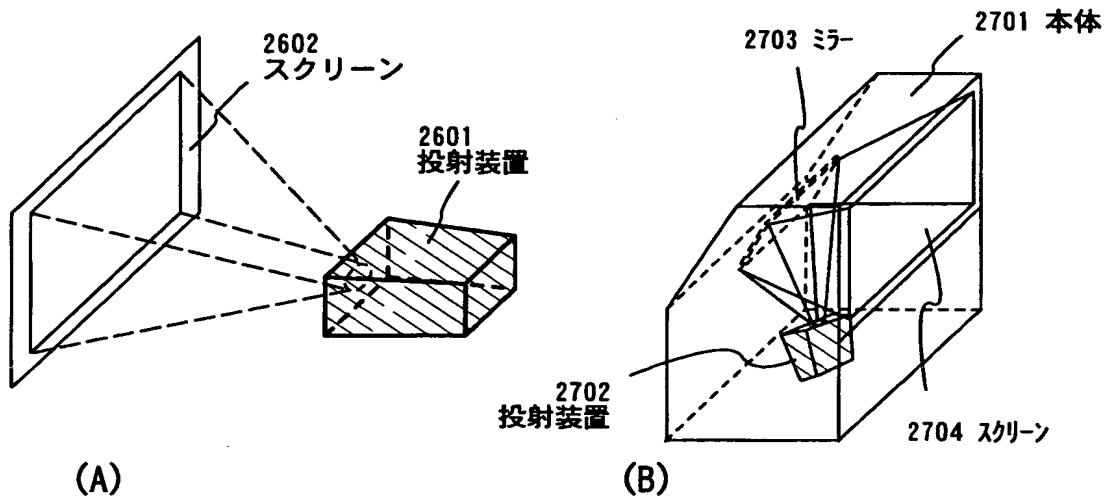
【図 10】



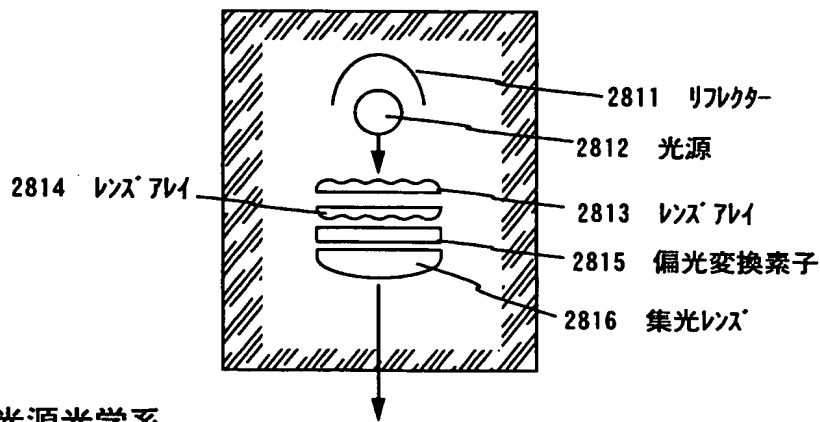
【図 11】



【図12】

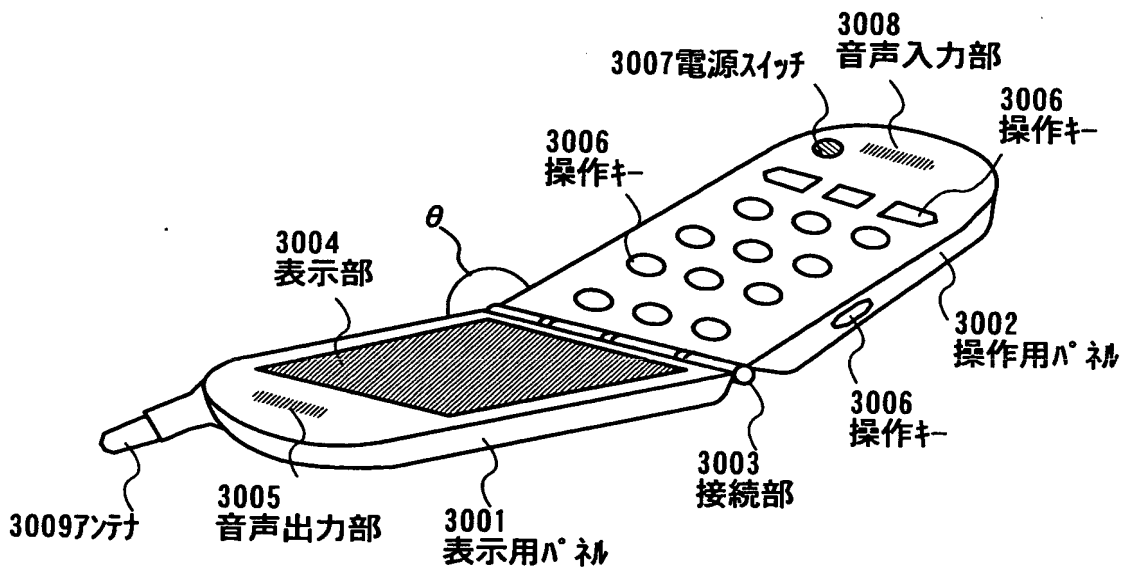


(C) 投射装置 (三板式)

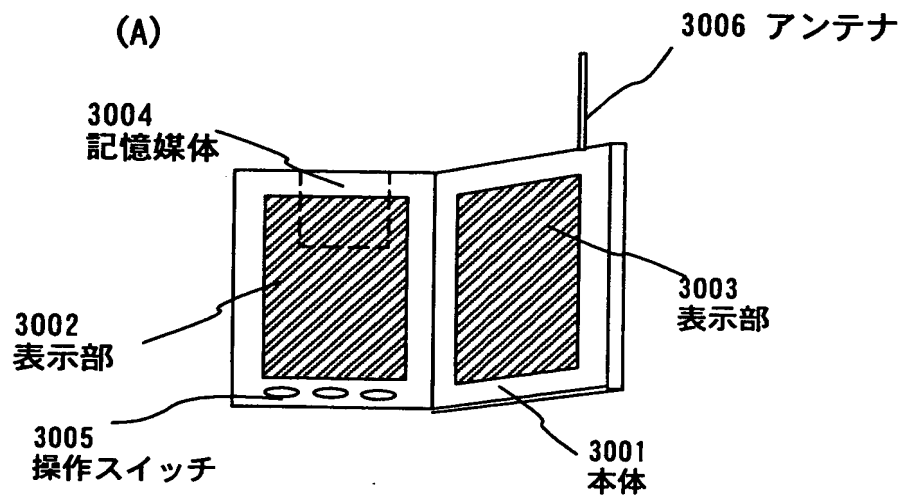


(D) 光源光学系

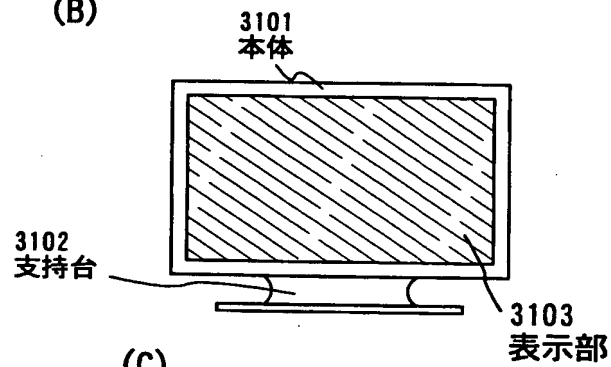
【図13】



(A)



(B)



(C)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高い信頼性を有する半導体装置を短時間で効率よく作製する方法を提供することを課題とする。

【解決手段】 P P T A 装置を用いて減圧雰囲気で結晶化のための加熱処理を行うことにより、結晶化を促進し、結晶時間の短縮を行う。

【選択手段】 図 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000153878]

1. 変更年月日 1990年 8月17日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県厚木市長谷398番地

氏 名 株式会社半導体エネルギー研究所